3 讨论

本次体外实验结果表明,薄荷油具有很强的体外杀螨作用,杀螨效果与药物浓度及作用时间成正比。对比观察表2和表4,发现薄荷油对皮脂蠕形螨的杀灭作用明显强于毛囊蠕形螨。在用于临床时应注意2点:一是薄荷油是挥发性物质,药物作用时间不宜过长;二是动物实验表明,高浓度的薄荷油对中枢神经系统有一定的抑制作用[5],因此薄荷油浓度不宜过高。对于单纯毛囊蠕形螨感染和混合感染者,应选用12.5%的薄荷油,可在4 h内杀灭全部蠕形螨,对于单纯皮脂蠕形螨感染者,可适当选用更低浓度的薄荷油,因为3.125%的薄荷油2 h内即可杀灭全部皮脂蠕形螨。

薄荷油对蠕形螨的杀伤作用显著,药物作用于螨虫后,可见虫体剧烈扭动;消化道收缩;足爪活动加剧,出现渗出物,继而活动减弱死亡。原因可能与薄荷油中所含有的薄荷醇有关。薄荷醇是薄荷油的主要成分,约占77%~87%左右,具有兴奋神经系统、抗病原微生物等多种作用[5]。薄荷油经虫体表皮和吸食进入虫体,薄荷醇作用于螨虫神经系统,引起虫体兴奋,剧烈收缩,活动加快;药物的直接毒杀作用,使螨虫的体壁破裂,通透性增加,内含物溢出,导致虫体失水死亡。

薄荷(*Mentha haplocalyx*)又称鱼香草,为唇形科多年生草本植物,在我国资源十分丰富,也是我国传统的经济栽培作物。《本草纲目》认为,薄荷味辛、性凉,无毒。近年来已经成为医药卫生、日用化工和食品工业的重要原料。因薄荷既有抗菌、抗病毒和驱蚊等多重作用,又有净化皮肤、平衡油脂分泌、收缩微血管等疗效,且透皮效果良好,目前也广泛的应用于美容行业。此次实验进一步证明薄荷油具有很强的抗蠕形螨作用,因此薄荷油作为一种对人体蠕形螨引起的酒渣鼻、痤疮以及脂溢性皮炎等颜面疾患既有抗菌杀螨作用,又兼有净化美容作用的药物,必将会有很好的临床开发价值和社会经济效益。

参 考 文 献

1 Forton F., Germaux M.A., Brasseur T., De Liever A., Laporte M., *et al*. *J. Am. Acad Dermatol.*, 2005, **52**(1): 74~87.

2 Baima B., Sticherling M. *Acta Derm Venereol.*, 2002, **82**(1): 3~6.

3 Abd-El-Al A.M., Bayoumy A.M., Abou Salem E.A. *J. Egypt Soc. Parasitol.*, 1997, **27**(1): 183~195.

4 赵亚娥, 郭娜. 中国媒介生物学及控制杂志, 2005, **16**(5): 372~374.

5 梁呈元, 李维林, 张涵庆, 任冰如. 中国野生植物资源, 2003, **22**(3): 9~11.

两种外来斑潜蝇实验种群生物学特征比较*

陈 兵 郝树广 康 乐**

(中国科学院动物研究所 农业虫鼠害综合治理研究国家重点实验室 北京 100080)

Comparative study on some biological characteristics of laboratory populations of two exotic leafminers. CHEN Bing, HAO Shu-Guang, KANG Le** (*State Key Laboratory of Integrated Management of Pest Insects and Rodents, Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences*, Beijing 100080, China)

Abstract Leafminers, *Liriomyza sativae* Blanchard and *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) are two of the most important invasive pests in China. Stable laboratory populations of these two leafminers are cultured through standardized procedure in our laboratory, having a history of about 48 generations for *L. huidobrensis* and 160

*国家自然科学基金(No. 30470291)。

**通讯作者, E-mail: lkang@ioz.ac.cn

收稿日期: 2006-04-28, 修回日期: 2006-05-22

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n

generations for *L. sativae*. A large-scale population of more than 100 mating pairs is essential for supporting a stable population of *L. sativae*. There exists clear difference in morphology of the four developmental stages and in damage characters with larvae between these two species. *L. huidobrensis* has longer developmental periods, and lays fewer eggs, but has much longer period of oviposition than *L. sativae*. These differences are considered as the important reasons why *L. huidobrensis* is easier to culture than *L. sativae* in laboratory. Availability of their laboratory populations established foundations for future study on species acclimation, host selection, resistance screening and for other physiological and ecological studies.

Key words *Liriomyza sativae*, *liriomyza huidobrensis*, laboratory population, oviposition

摘 要 美洲斑潜蝇 *Liriomyza sativae* Blanchard 和南美斑潜蝇 *Liriomyza huidobrensis*(Blanchard)是我国的2种重要入侵性害虫。本实验室在标准化流程下饲养了48(*L. huidobrensis*)—160(*L. sativae*)个世代的稳定实验种群。美洲斑潜蝇的实验种群需要较大的繁殖规模(> 100对)才能保持群体的稳定性。2种斑潜蝇4个发育阶段的形态特征和幼虫为害特征差别明显。南美斑潜蝇的发育历期比美洲斑潜蝇长,总产卵量低于美洲斑潜蝇,但产卵历期明显长于美洲斑潜蝇。这可能是南美斑潜蝇较之容易繁殖的重要原因。该实验种群的建立为物种驯化、寄主选择性、抗性筛选及其它生理学、生态学等诸多研究打下基础。

关键词 美洲斑潜蝇,南美斑潜蝇,实验种群,产卵

美洲斑潜蝇 *Liriomyza sativae* Blanchard 和南美斑潜蝇 *Liromyza huidobrensis*(Blanchard)是20世纪90年代初入侵我国的2种重要害虫,目前在我国的绝大多数省市均有分布,给当地的蔬菜和花卉生产造成重大损失[1~3]。而最近大量研究发现,斑潜蝇在其种群扩散过程中,已经建立了与当地气候和栖境相适应的地理种群[4,5]。在南方地区2种斑潜蝇均能在野外安全越冬,季节性大发生。但各自适生区又明显不同。美洲斑潜蝇在南方高温地区(特别是海南、广东)大量发生,南美斑潜蝇主要在西南冷凉地区(特别是云南、贵州)频繁暴发,而在海南、广州等地无发生[3,6]。进一步研究发现,2种斑潜蝇种群的耐寒性是随着地理纬度的增加逐渐增强的[7,8],说明2种外来种已经形成至少与当地温度特征相适应的地理种群,从而成功定殖下来[7,9,28]。这种适应性的获得,认为是来源于地理种群生理特征,特别是耐寒性特征的发展和分化[5,10]。显然,要阐明2种斑潜蝇生理生态适应的机制,深入比较研究两者在生理、生化及遗传学方面的差异是非常必要的。

另一方面,这2种斑潜蝇均为多食性昆虫,可以潜食40多科植物的叶片和花卉[1,11,12]。尽管两者食谱广,但它们对不同寄主植物的选择性和不同寄主植物对它们的生存适合度有明显差别[11,13,14,29,30]。研究发现美洲斑潜蝇成虫可以区别寄主与非寄主植物的气味[15];单一寄主植物上生活的斑潜蝇,其生存适合度会随世代更替而增强[16]。这样会形成斑潜蝇某些生物学特征分化的寄主宗或特定族群[16,17]。而实验种群的建立可以排除生物和非生物因子的干扰,形成稳定均一的实验群体,适于进行类似果蝇的实验品系的驯化和筛选,并有利于进一步进行近缘种的比较和物种或种群分化模式的分析。基于以上目的,本实验用标准的实验流程建立了稳定实验种群,并对该种群的形态特征、发育历期、生殖力等重要生物学特征进行了比较研究。

1 材料与方法

1.1 实验种群的建立和维持

美洲斑潜蝇的实验种群在1997年建立,样本采集于北京北郊前八家蔬菜大棚,寄主为黄瓜。南美斑潜蝇的实验种群在2000年8月建立,样本采集于中国农业科学院蔬菜研究所大棚内芹菜。样本经鉴定后在实验室内以芸豆

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n

(*Phaseolus vulgaris* L.)为寄主植物连续繁殖。饲养用气候箱条件为(25±0.5)℃、14∶10 h(L∶D)、6 000 Lux、85%RH。斑潜蝇标准化饲养流程参见曾宏艳等[18]和Zhao等[19, 20]。记录个体各发育阶段形态特征变化。

1.2　供试昆虫

取发育一致的蛹,单个放在1.5 mL离心管中,避免羽化的成虫交配。管内放加少量蜂蜜水的脱脂棉供羽化的成虫取食及保湿。取羽化后6 h的成虫接种到寄主植物,并进行相关的发育历期和生殖力测定实验。

1.3　寄主植物

寄主为芸豆。在同一条件(包括取相同肥力和干重的土壤、相同光照等)下种植芸豆。每盆2株,盆直径15 cm,高12 cm。为保证实验时在各处理和重复提供给成虫取食的资源一致,取相同生长期(出芽后第4 d)、长势一致、每株2片真叶、高约40 cm、总叶面积接近的幼苗供成虫取食。

1.4　实验环境

在恒温光照培养箱(哈尔滨东联Elect. Co., HPG-280H)内的接种笼中接种。光照:三面荧光灯光照,14∶10(L∶D),9 000 Lux。温度:设置昼夜恒温25.5℃。湿度:采取温湿球差法和超声波喷雾调节湿度至70%。

1.5　发育历期的测定

2种斑潜蝇不同虫态的发育历期在25℃恒温下测定。成虫寿命测定方法:取6 h的雌性或雄性成虫,每10头放在小饲养笼(30 cm×20 cm×20 cm)内,每天记录存活和死亡成虫数,直到成虫全部死亡。共测定30头雌虫和30头雄虫。卵—幼虫—蛹发育历期测定方法:取3 d的未交配雌虫和雄虫各1头放入小饲养笼中,让其交配产卵4 h,然后移出芸豆苗,在培养箱标准条件下培养。选择5个产卵孔,连续观察记录各个卵到幼虫再到蛹的发育历期。以幼虫停止活动和爬出叶片作为蛹态的开始。重复20对。具体方法参见Lanzoni等[21]。

1.6　取食产卵行为特征的测定

将接种笼放入调节好温湿度的气候箱。移入一盆符合要求的新鲜豆苗到接种笼。同时将斑潜蝇成虫导入接种笼。选在产卵密度接近1.0头/cm^2时换苗,以避免密度过高时的种间竞争残杀[22]。同时加入新苗。直到笼内雌虫全部死亡。接种后的幼苗放入25.0℃培养箱。在放大镜下用计数器辅助记录成虫产卵孔和取食孔数量。放入培养箱第4 d记录1龄幼虫潜道数,并用记号笔轻轻作好标记。连续记录3 d。将每盆苗中接近化蛹的叶片连叶柄剪下,放入一个培养皿,用湿润棉球保湿待化蛹。记录蛹的数量。每次导入雌虫和雄虫20对,性比1∶1,每处理3~5个重复。

1.7　统计分析

(1)平均历期= $\frac{\sum_i f_i d_i}{\sum f_i}$,

(某虫态 d_i 头个体发育历期 d_i d)。

取食频率为所有供试成虫造成的产卵孔和取食孔数量。

(2)生殖力:实际生殖力用产卵量表示,亦即1龄幼虫数目或刚孵化幼虫潜道数表示。如果不破坏叶片或卵是很难观察到斑潜蝇卵的,但早期幼虫造成的潜道容易找到(即使是卵孵化不到1 h)。所以用早期潜道数量来代表存活卵的数量[23]。

2　结果

2.1　实验种群的建立和维持方法

为防治斑潜蝇种群退化、繁殖力降低及人为选择的影响,必须注意以下问题:(1)保持较大的繁殖群体,某一虫态的实验群体数量要在100对以上。美洲斑潜蝇对群体规模的反应很明显;群体数量越低,种群越难繁殖和难以恢复到较高水平。(2)避免人为对个体大小、性比的筛选,特别是避免在取样过程中对群体某些性状的偏好性选择。(3)控制种群在单位生态位内的密度。接种密度过高会导致潜食的幼虫相互竞争甚至残杀,造成虫体偏小、提前化蛹、发育不完全等。建议叶面幼虫虫口密度大约1头/cm^2[23]。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.n

2.2 各发育阶段形态特征和幼虫为害特征比较

斑潜蝇的卵必须在显微镜下或染色才可辨别,但取食孔或产卵孔清晰可见,其中美洲斑潜蝇取食孔或产卵孔较小,必须迎光或透光才可见。2 种斑潜蝇的幼虫外部特征差别明显:南美斑潜蝇的幼虫透明近无色,而美洲斑潜蝇的幼虫为淡黄色,形体明显要小。2 种斑潜蝇的蛹也比较容易区分:南美斑潜蝇蛹随发育历期的延长,从白色、淡黄色到深褐色以致黑色颜色逐渐加深;美洲斑潜蝇蛹细小,颜色为深黄色。2 种斑潜蝇成虫的总体差别也较明显:美洲斑潜蝇额、颊、颜、中侧片均为黄色,南美斑潜蝇较美洲斑潜蝇个体大,除中侧片外身体大部分为黑色(见封 4 彩版Ⅰ:1~3, 5~7)。以上斑潜蝇各发育阶段的具体分类学特征参见[1, 12, 24]。

2 种斑潜蝇形成的潜道在叶片上的分布表现也明显不同:南美斑潜蝇幼虫主要沿叶脉潜食,其次潜食叶脉间叶肉组织,形成较宽的笔直或弯曲潜道;美洲斑潜蝇幼虫一般取食叶脉间组织,形成非常弯曲、纵横交错的蛇形潜道,且潜道中有明显的由虫粪形成的黑线。因此,即使2 种斑潜蝇在同一叶片上产卵也很容易区分(见封 4 彩版Ⅰ:4, 8)。但在实际调查中,发现有些寄主如芹菜和豇豆上的 2 种斑潜蝇差别要细微一些,可能与斑潜蝇和寄主相互作用形式有关。

2.3 生活史发育历期比较

在 25 ℃恒温、70% 湿度和充分光照条件时,给成虫饲以蜂蜜和新鲜叶片,发现美洲斑潜蝇成虫寿命约 7 d,比南美斑潜蝇短 1 d。2 种斑潜蝇成虫寿命均无明显性比差异。南美斑潜蝇幼虫和蛹的发育历期均比美洲斑潜蝇长,但卵的发育历期要短(表 1)。

3.4 取食产卵行为特征比较

斑潜蝇靠尾部产卵器在叶片表面形成小孔供同时取食和产卵[1, 17]。美洲斑潜蝇在羽化第 3~6 d 即出现明显的取食高峰,随后取食和产卵孔迅速下降,第 12 d 取食活动结束或雌虫全部死亡。而南美斑潜蝇在羽化后取食和产卵高峰不明显,取食量有一定的波动,但产卵量一直保持相对稳定,直到第 20 d 成虫全部死亡。2 种斑潜蝇取食和产卵活动同步。

表 1 2 种斑潜蝇不同虫态在 25 ℃恒温下发育的平均历期(d)

虫态		美洲斑潜蝇 (±*SE*)	南美斑潜蝇 (±*SE*)
成虫	雌 ♀	7.3±1.9	8.6±2.1
	雄 ♂	6.9±1.7	8.0±2.8
卵		3.81±0.7	2.48±0.7
幼虫		3.46±0.8	5.21±1.4
蛹		8.19±1.1	8.49±1.3

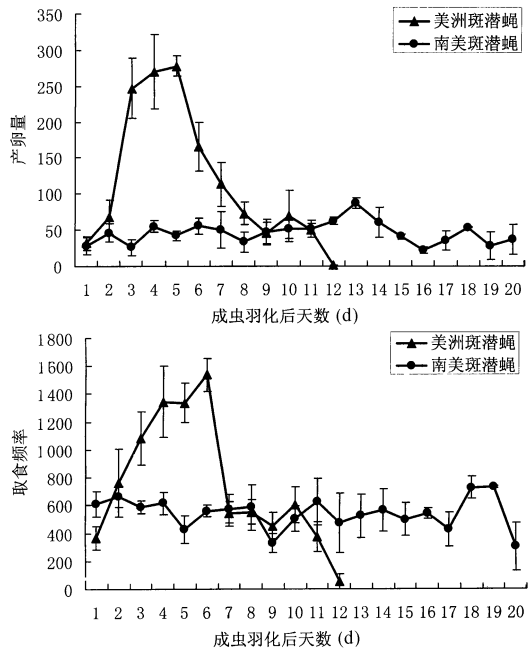

图 3 南美斑潜蝇和美洲斑潜蝇在 25 ℃时取食和产卵特征比较。

供试成虫雌雄各 20 对在接种笼内交配产卵,接种密度达到平均 1 头/cm^2 换苗直到雌虫全部死亡。产卵量即潜道/初孵幼虫数,为 5 个重复的平均值 ±*SE*。取食频率为取食孔产卵孔总数,为 3 个重复的平均值 ±*SE*。

3 结论和讨论

南美斑潜蝇和美洲斑潜蝇同属于潜蝇科 Agromyzidae 斑潜蝇属,但以芸豆为寄主建立的

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n

实验种群在诸多生物学特征方面均存在明显差异,而在自然条件下两物种差别经常不很明显;目前经过 48 代(*L. huidobrensis*)和 160(*L. sativae*)代的培养后种群的特征和性状已经基本稳定,因此该实验种群有利于进行物种驯化、寄主选择性、抗性筛选及其它生理学、生态学等诸多研究。

一方面,本实验利用实验种群和自然种群在一些重要生物学特征的分化,探讨这些特征在物种分化和种群适应进化中的重要性[3~5, 7~10, 12~16]。通过 2 种斑潜蝇实验种群的研究,发现南美斑潜蝇耐寒性明显高于美洲斑潜蝇[10],从而揭示耐寒性特征差异在前述种间适应性分化和耐寒性地理变异中的重要作用[7~9]。有趣的是,在我国北方,斑潜蝇必须寻找温室作为越冬场所[3],而温室提供的温和栖境则消弱了斑潜蝇耐寒性本领的发展,最终导致其越冬北界的斑潜蝇种群耐寒性反而降低[25]。由此可见,评价该物种或种群的生物学特征时,必须考虑其所处的环境或栖境条件,及物种适应性潜能差异;而实验种群是很好的研究对照。

另一方面,本实验室还利用该实验种群和寄主植物进行了斑潜蝇对寄主植物气味的嗅觉和行为反应[19, 20, 26, 27],并且还发现其寄生蜂潜蝇姬小蜂 *Diglyphus isaea* 寻找寄主的过程受斑潜蝇幼虫潜食植物气味的影响[25, 26],从而建立基于本实验种群的植物—斑潜蝇—寄生蜂三级营养的化学生态学研究模型。

南美斑潜蝇的生活史历期和产卵历期明显高于美洲斑潜蝇,这可能是南美斑潜蝇较之容易繁殖的重要原因。本研究揭示了 2 种外来斑潜蝇许多重要的共同特征,如高生殖力、短世代历期等,这些特征反映了外来种异地入侵和建立种群的能力,对物种入侵性具有指示作用。

致谢　长江大学农学系向正玉同学协助完成部分实验,中国科学院动物研究所刘春香博士在图片采集中提供帮助,在此谨表感谢!

参 考 文 献

1 康乐. 斑潜蝇的生态学与持续控制. 北京: 科学出版社, 1996
2 陈兵, 康乐. 植物检疫, 2002, **3**: 138~140
3 陈兵, 赵云鲜, 康乐. 动物学研究, 2002, **23**(2): 155~160.
4 Chen B., Kang L. *Progr. Natur. Sci.*, 2005, **15**(4): 289~196.
5 陈兵, 康乐. 见: 康乐, 刘同先主编, 昆虫学研究—进展与展望. 北京: 科学出版社, 2005. 170~202
6 肖宁年, 况荣平, 魏佳宁. 南美斑潜蝇综合防治技术. 昆明: 云南大学出版社, 2000
7 Chen B., Kang L. *Environ. Entomol.*, 2004, **33**(2): 155~164.
8 陈兵, 康乐. 动物学研究, 2003, **24**(3): 168~172
9 Chen B., Kang L. *Appl. Entomol. Zool.*, 2005, **40**(3): 437~446.
10 Chen B., Kang L. *CryoLetters*, 2002, **23**: 173~182.
11 赵云鲜, 康乐. 昆虫学报, 2001, **44**: 567~573.
12 Spencer K. A. Agromyzidae (Diptera) of Economic Importance. Series Entomologica, The Hague, 1973
13 Wei J. N., Zou L., Kuang R. P., He L. P. *Zool. Stud.*, 2000, **39**: 295~300.
14 张慧杰, 王会金, 李建社. 动物学研究, 2001, **22**: 137~141.
15 Zhao Y. X. Kang L. *Physiol. Entomol.*, 2002, **27**: 103~111.
16 Via S. *Evolution*, 1984, **38**: 881~895.
17 Parrella P. M. *Ann. Rev. Entomol.*, 1987, **32**: 201~204.
18 曾宏艳, 郝树广, 康乐. 昆虫知识, 1999, **36**(5): 292~296
19 Zhao Y. X., Kang L. *J. Appl. Entomol.*, 2000, **124**: 185~189.
20 Zhao Y. X., Kang L. *J. Appl. Entomol.*, 2003, **127**: 80~84.
21 Lanzoni A., Bazzocchi G. G., Burgio G., Fiacconi M. *Environ. Entomol.*, 2002, **31**: 797~803.
22 Parkman P., Dusky J. A., Waddil V. H. *Environ. Entomol.*, 1989, **18**: 768~772.
23 Leibee G. L. *Environ. Entomol.*, 1984, **13**: 497~501.
24 蒋小龙. 植物检疫, 1997, **11**: 20~23.
25 Chen B., Kang L. *Oecologia*, 2005, **144**: 187~195
26 Wei J. N., Kang L. *Chem. Sens.*, 2006, **31**(5): 467~477.
27 Zhao Y. X., Kang L. *Eur. J. Entomol.*, 2002, **99**: 440~445.
28 罗进仓, 魏玉红, 邓刚, 刘[illegible]. 昆虫知识, 2004, **41**(5): 478~480.
29 罗开[illegible], 谌爱东, 陈宗麒, 缪森. 昆虫知识, 2001, **38**(5): 372~373.
30 岳德成, 鲍国军. 昆虫知识, 2006, **43**(2): 239~241.

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.n

图版 I　陈兵等：两种外来斑潜蝇实验种群生物学特征比较（正文见 P77）

1～4．南美斑潜蝇　1．老熟幼虫　2．发育第6 d的老熟蛹　3．成虫　4．幼虫为害芸豆叶片形成潜道
5～8．美洲斑潜蝇　5．老熟幼虫　6．发育第6 d的老熟蛹　7．成虫　8．幼虫为害芸豆叶片形成潜道

图版 II　沈强等：山东广翅蜡蝉的生物学特性及防治（正文见 P116）

1．成虫　2．排列在枝条内的卵粒　3．卵　4．正在孵化的若虫　5．初孵若虫　6．老熟若虫
7．若虫尾部蜡丝　8．若虫为害枝条状　9．若虫为害叶片状

刊号：CN 11-1829/Q　ISSN 0452-8255　代号：国外发行：BM-407　国内邮发：2-151　定价：25.00 元　ISSN 0452-8255

广告许可证：京海工商广字第8086号

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.n